



John Deere 6534 Un nuevo concepto llevado al límite en campo

Los días 4 y 5 de marzo tuvo lugar en Toledo un ensayo de campo para verificar las características de un nuevo concepto, el John Deere 6534, que se comercializa desde el pasado mes de febrero. El JD 6534 representa el compromiso de John Deere de fabricar productos más eficientes según la estrategia Green Efficiency. Animamos a los lectores a revisar este dedicado trabajo con resultados que, creemos, les sorprenderán.

Pilar Barreiro, Belén Diezma,
Miguel Izard y Constantino Valero.

Dpto. Ingeniería Rural. ETSI Agrónomos UPM.

El JD 6534 es un nuevo concepto de tractor John Deere y primer representante dentro de la nueva estrategia de la compañía en cuanto a la mejora de la eficiencia de sus productos Green Efficiency. Es un tractor de 4 cilindros con las dimensiones y el bastidor integral de uno de 6, y con 5 CV más de potencia (125 CV) que su antecesor de 6 ci-

lindros, el JD 6530. La transmisión y las dimensiones, idénticas en el JD 6530 y JD 6534, se adaptan bien a aperos con elevados requerimientos de potencia dados los 59 kN de elevación al hidráulico y su batalla de 2,65 m. Las especificaciones técnicas de ambos se resumen en el **cuadro I**.

Entre ambas versiones (6534 y 6530) no hay prácticamente diferencias en la configuración del motor John Deere Powertech (Tier 3A) common rail (1.600 bar) con inyección electrónica, aunque sí en su regulación de fábrica y de ahí que sea posible desarrollar más potencia con menos

cilindrada (4.530 cm³ en el de 4 cilindros respecto a los 6.780 cm³ en el de 6 cilindros).

Para todos los tractores John Deere hay dos tipos de series: cabina (estándar) y Premium (en que el motor incluye recirculación de gases de escape EGR con 4 válvulas por cilindro, sobrepotencia en transporte, ordenador de a bordo y una mayor variedad de dispositivos y controles electrónicos).

En ambos tractores (6530 y 6534) la transmisión dispone de cuatro marchas bajo carga Powerquad y seis grupos de marchas (en total 24 marchas adelante y otras 24 hacia atrás).

La versión que ensayamos del JD 6534 era del tipo cabina, que es la más demandada por el mercado aunque se va a comercializar también en España el JD 6534 Premium: gestión automática de motor y cambio automático finitamente variable AutoPowr.

De acuerdo con las especificaciones técnicas, el consumo específico del motor se reduce entre los tractores 6530 y 6534 de 230 a 222 g/kWh respectivamente a potencia nominal (2.300 rpm) y éste es uno de los aspectos que

Cuadro I. Características técnicas de los tractores ensayados.

	John Deere 6530	John Deere 6534
Potencia al régimen nominal (kW/CV)	88 / 120	92 / 125
Potencia máxima (kW/CV)	92,5 / 126	97 / 131
Nº cilindros /cilindrada (cm³)	6 / 6.780	4 / 4.530
Sistema inyección / Tipo de inyección	Inyección electrónica / 2 válvulas por cilindro, common rail de alta presión (1.600 bar), certificado para Fase IIIA de emisiones	
Régimen nominal (rpm) / Reserva de par (%)	2.300 / 34	2.300 / 32
Consumo específico en potencia nominal (g/kWh)	230	222
Consumo específico mínimo (g/kWh)	215	214
Conexión de la doble tracción	Embrague multidiscos de accionamiento electrohidráulico refrigerado por aceite	
Transmisión	4 marchas de cambio hidráulico inversor hidráulico de accionamiento eléctrico y mando en lado izquierdo y posición de punto muerto relación avance/marcha atrás 1:1. Power Quad 24/24	
Ángulo de avance (°) / radio de giro sin frenos, doble tracción (mm)	12 / 5.100	
Capacidad máxima de elevación hidráulico trasero de serie / opcional (kN)	51,0 / 59,0	
Régimen motor para toma de fuerza trasera de 540/540E/1000	2.143 / 1.684 / 2.208	
Altura máxima (m)	2,833	
Ancho total (m)	2,316	
Longitud (m)	4,728	
Distancia entre ejes (m)	2,65	

Cuadro II. Características de los aperos ensayados.

Apero	Profundidad (cm)	Velocidad (km/h)	Marcha en JD 6530 / 6534	Régimen motor
Chisel Kverneland	10	5	Grupo B 2ª	2.450 rpm
CLC suspendido de 9 brazos: Control de profundidad 6 Control de esfuerzo 2	10	4,5	Grupo B 2ª	2.200 rpm
Vertedera Kverneland	25	5	Grupo B 3ª	2.100 rpm
ES 85 de 4 cuerpos Control de profundidad 6 Control de esfuerzo 2	25	6,8	Grupo B 3ª	2.100 rpm
Atomizador Fede	Manual 1.100 l llenado al inicio	9	Grupo C 4ª	1.865 rpm (tdf 470 rpm)
Selecc Olivo 2.000 l	Ultrasonidos	9	Grupo C 4ª	1.865 rpm (tdf 470 rpm)

Cuadro III. Ensayos en transporte.

Recorridos	JD 6530 (Peso total: 22.760 kg)	JD 6534 (Peso total: 22.600 kg)
Ida (pendiente ascendente) Desnivel: 80m	Marcha: se inicia con E cambio a D al inicio de pendiente, con powershift entre 1ª y 4ª	Marcha: D, con powershift entre 1ª y 4ª
Vuelta (pendiente descendente) Desnivel: 80m	Marcha: D, con powershift entre 1ª y 4ª	Marcha: D, con powershift entre 1ª y 4ª

se desea poner a prueba en este ensayo. El hecho de que se trate de un bastidor integral permite verificar el efecto de reducir las dimensiones del motor sin modificar la "caja" del tractor.

Finca de ensayo

El ensayo tuvo lugar en el antiguo centro de formación John Deere en Toledo, probablemente el último en esta zona dado que el cen-

tro se ha trasladado recientemente a Parla. Esta finca de ensayo ya ha sido previamente empleada por los autores en un artículo en agosto de 2007 en que se procedió a verificar el sistema de autoguiado Autotrac.

En la parcela se seleccionó la zona más llana y se delimitó una zona de ensayo de 50 m de ancho. Para facilitar la identificación del inicio y final de la besana de 100 m, se realizaron dos pases con un chisel en ambos extre-

mos. Los ensayos de pulverización se realizaron en una parcela de olivar cercana.

El suelo, aunque variable superficialmente con zonas de erosión visibles, se encontraba en condiciones bastantes adecuadas para el laboreo según demostró un muestreo en diagonal en 9 puntos (índice de cono medio: 1,073±0,211 MPa, contenido de humedad en peso 10-12%, superior en determinadas zonas como se argumentará posteriormente). La consistencia en términos generales se clasificó como friable, muy cercano al tempero a pesar de las recientes lluvias.

Aunque las previsiones meteorológicas pronosticaban lluvias en la tarde del jueves 4 de marzo, hubo suerte y en los ensayos de campo el tiempo fue seco y soleado. Los ensayos de transporte, en cambio, se realizaron bajo una densa cortina de lluvia el viernes 5 de marzo.

Características de los ensayos de campo y transporte

El **cuadro II** resume los aperos empleados en los ensayos de campo: chisel CLC de 9 brazos, vertedera Kverneland ES 85 de 4 cuerpos y atomizador Fede Selecc Olivo de 2.000 l de capacidad. En ella se indican las condiciones de ensayo en profundidad y velocidad: pases de chisel a 5 km/h y 4,5 km/h, pases de vertedera a 5 km/h y 6,8 km/h, y pulverización a 9 km/h.

El ensayo de transporte se realizó con un remolque de 14.000 kg de capacidad y 3.350 kg de tara. Para esta ocasión el remolque se cargó con 11.160 kg, de manera que el peso total del conjunto tractor-remolque resultó ligeramente diferente (los 160 kg de diferencia entre ambos tractores, **cuadro III**).

En todos los ensayos se dispuso de grabación de datos con DGPS (GPS diferencial que aporta: latitud y longitud - precisión ± 30 cm, altitud y velocidad real en km/h), y caudalímetro (resolución de 1 cm³) instalados por los representantes de la Universidad, así como datos instantáneos de motor: régimen (rpm), nivel de carga (%), consumo (l/h), velocidad teórica de avance (km/h), a través del conector de servicio ServiceAdvisor, cuyo control corrió a cargo de personal técnico de John Deere; en todas las pasadas se realizó además un control de tiempos manual para ser cotejado con los datos registrados electrónicamente.



En algunas zonas, el suelo arcilloso y húmedo se adhería al chisel Kverneland CLC.



Arado de vertedera Kverneland ES 85 de cuatro cuerpos empleado en los ensayos.



JD 6534 con atomizador Fede Selec Olivo de 2.200 litros de capacidad.



JD 6530 con remolque de 14.000 kg de capacidad.

Cuadro IV. Resultados del ensayo de rodadura.

	Peso total (kg)	Porcentaje de peso al eje delantero (%) código de los neumáticos delanteros hidroinflado (%)	Porcentaje de peso al eje trasero (%) código de los neumáticos traseros diámetro teórico (cm) hidroinflado (%)	Diámetro de rodadura del neumático trasero en simple tracción (cm)	Diámetro de rodadura del neumático trasero en doble tracción (cm)
John Deere 6530	7.300	57% 420/70 R28 (1,2 bar) 75% agua	43% 460/85 R38 (1,2 bar) 174,7 cm / 75% agua	168,7 cm	169,8 cm
John Deere 6534	7.140	52% 420/70 R28 (1,2 bar) 75% agua	48% 460/85 R38 (1,2 bar) 174,7 cm / 75% agua	167,4 cm	168,5 cm

Ensayos de rodadura

El **cuadro IV** resume los datos recogidos en el ensayo de rodadura. En ambos casos los tractores se encontraban lastrados con agua en las ruedas traseras y delanteras al 75% y disponían de 16 lastres frontales de 50 kg en

ambos tractores (y de ahí el mayor porcentaje de peso al eje delantero). Como puede observarse el peso de ambos tractores (determinado en báscula *in situ*) difiere ligeramente (160 kg) siendo más ligero el JD6534, lo que resulta congruente con el hecho de que se trata de un bloque de 4 cilindros y no de 6 como el JD

6530. Además el porcentaje de peso al eje delantero es asimismo mayor para el JD 6530 que para el JD 6534 (57% comparado con un 52%), lo que viene también a ratificar la afirmación anterior.

El diámetro de rodadura aumenta en ambos tractores de simple a doble tracción, existiendo



JD 6534 con chisel Kverneland CLC trabajando con suavidad.



Detalle de la plasticidad del suelo, debida de la humedad.

Figura 1

Perfil del trayecto de ida y vuelta en transporte con el tractor JD 6530

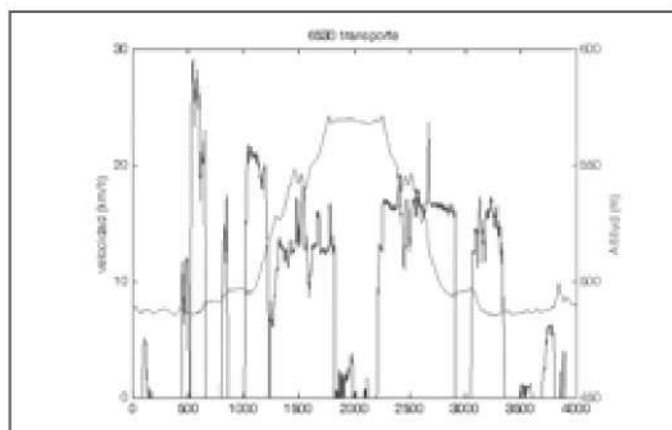
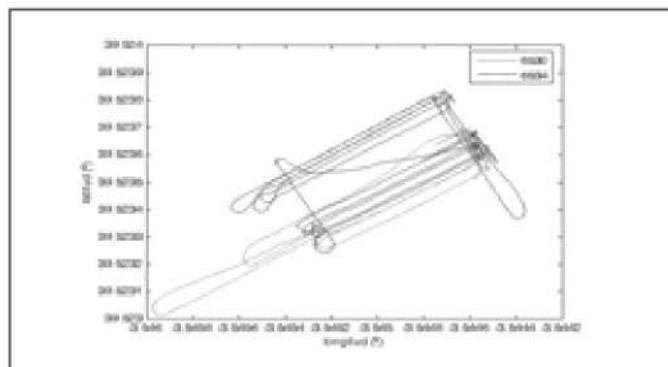


Figura 2

Perfil del trabajo en campo con el JD 6534 y el JD 6530: fue posible realizar todos los trabajos previstos con el JD 6534, el trabajo con el JD 6530 se vio interrumpido por problemas de resbalamiento.



Cuadro V. Resultados del ensayo de transporte.

		Consumo horario (l/h)	Consumo (l/100 km)
JD 6530 22.360 kg	Ida (pendiente ascendente)	52,91	23,53
	Vuelta (pendiente descendente)	31,23	11,96
JD 6534 22.200 kg	Ida (pendiente ascendente)	49,19	21,84
	Vuelta (pendiente descendente)	25,37	10,19

Cuadro VI. Resbalamiento medio calculado a partir de la velocidad real de avance y la velocidad teórica según régimen de motor y marcha seleccionada para la prueba.

		Chisel 10 cm	Chisel 10 cm	Vertedera 25 cm	Vertedera 30 cm
JD 6534	V. real (km/h)	4,71±0,04	4,26±0,11	4,62±0,48	6,15±0,15
	V. teórica (km/h)	5	4,5	5	6,8
Resbalamiento medio (%)		5,8	5,3	7,6	9,6

pequeñas diferencias en la deflexión (deformación en la zona de apoyo) entre ambos tractores.

Resultados en transporte

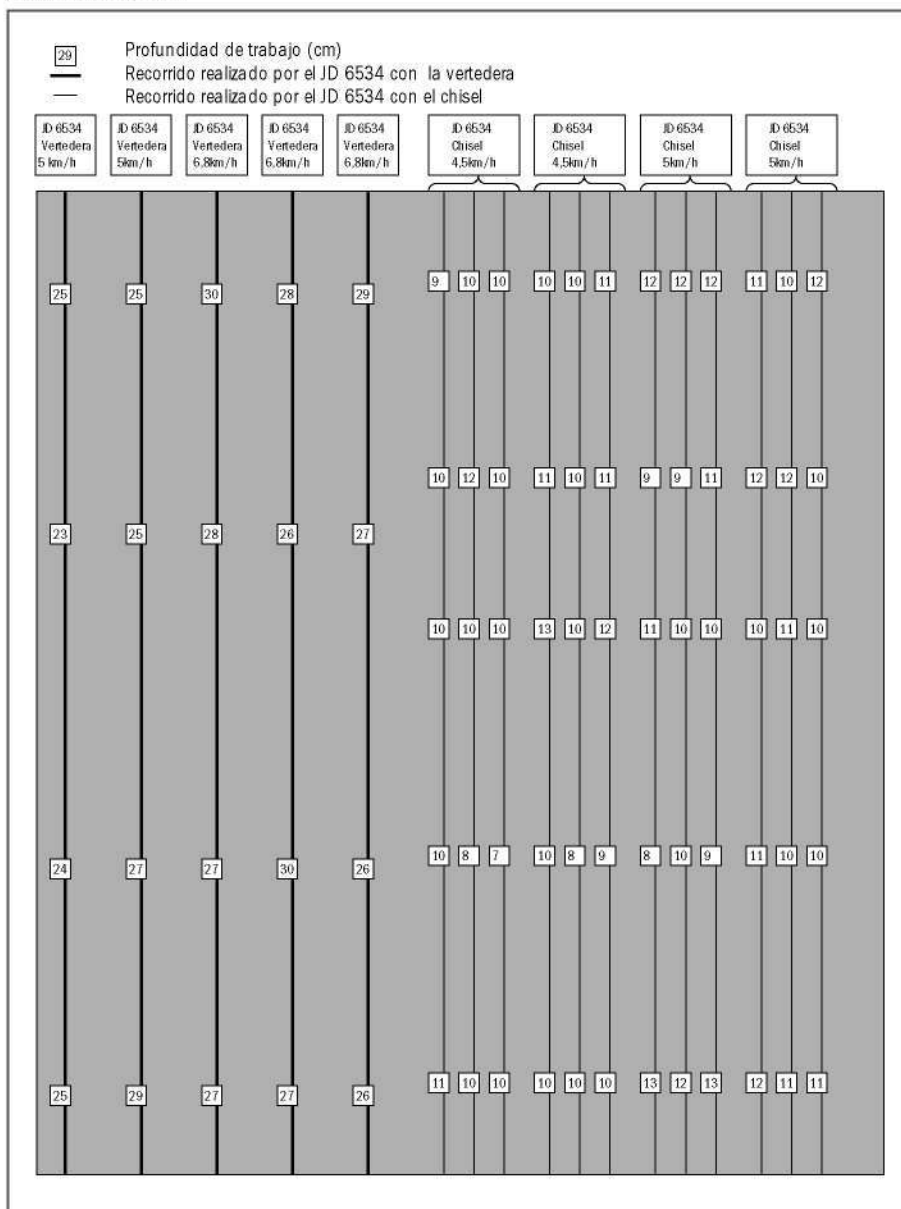
Indicamos en primer lugar los resultados obtenidos en el ensayo de transporte en un recorrido total de 9 km con un desnivel de 80 m, empleando para ello un remolque cargado con 11.160 kg, el peso total del conjunto tractor remolque superó los 22.000 kg y se refiere en el **cuadro V** para cada tractor. Como se aprecia en el **cuadro V**, el consumo (l/h) es muy superior en trayectos ascendentes que descendentes, y siempre superior con el JD 6530 que con el JD 6534. Expresado el consumo en l/h, el JD 6534 redujo el consumo respecto al JD 6530

Cuadro VII. Resultados de consumo horario (l/h) y consumo (l/ha) en los ensayos de laboreo y pulverización con el JD 6534

Ensayo		Consumo horario (l/h)	Capacidad de trabajo teórica (ha/h)	Consumo (l/ha)
Chisel 10 cm 5 km/h	JD 6534	20,31±1,29	1,06	19,18±1,04
Chisel 10 cm 4,5 km/h	JD 6534	16,57±0,07	0,96	17,29±0,50
Vertedera 25 cm 5 km/h	JD 6534	18,95±0,19	0,97	19,62±1,82
Vertedera 30 cm 6,8 km/h	JD 6534	25,22±1,17	1,3	19,81±0,74
Atomizador 9 km/h manual	JD 6534	20,41±0,59	7,65	2,66±0,1
Atomizador 9 km/h automático	JD 6534	19,61±0,79	7,65	2,56±0,08

Figura 3

Resumen de profundidades de trabajo determinadas manualmente el laboreo con el John Deere 6534.



en un 7,1% en trayectos ascendentes y en un 18,7% en trayectos descendentes.

La **figura 1** indica el perfil de altitud y la velocidad instantánea con el JD 6530. La velocidad se hace cero en los cruces de carretera. Destaca asimismo que en la zona de máxima pendiente ascendente se produce el cambio de velocidad de E a D, y posteriormente una velocidad media ascendente de 13,2 km/h con el grupo D, mientras que en la zona de máxima pendiente descendente, la velocidad media fue de 15,9 km/h. El perfil perfectamente simétrico de la altitud se corresponde con el hecho de que se trata del mismo recorrido exactamente en ida y vuelta.

Resultados de campo

La **figura 2** muestra el perfil del trabajo de laboreo en campo con el JD 6534 (azul) y con el JD6530 (verde). La **figura 3** describe las profundidades de trabajo del JD 6534 y el orden de las pasadas. Así como fue perfectamente posible realizar todos los trabajos planteados con el JD 6534, el JD 6530 tuvo problemas de resbalamiento y atasco en campo que impidieron la ejecución de la prueba de laboreo (de ahí que no se observen trayectos completos como en el JD 6534). Estas dificultades se comentan más adelante en el texto.

Los **cuadros VI y VII** resumen los resultados en las pruebas de laboreo con el JD 6534. Puede observarse cómo el resbalamiento medio fue superior en los trabajos con vertedera (7,6% y 9,6% a 5 km/h y 6,8 km/h, respectivamente) que con el chisel (5,8% y 5,3% a 5 km/h y 4,5 km/h, respectivamente). Esto es congruente con el valor de carga de motor que se muestra en la **figura 4**.

El **cuadro VII** resume los datos de consumo horario (l/h) y consumo (l/ha) en los ensayos de laboreo y pulverización con el JD 6534. En laboreo nos situamos en unos valores límite de consumo entre 17,3 l/ha y 19,8 l/ha para el trabajo con chisel a 4,5 km/h (10 cm de profundidad) y vertedera a 6,8 km/h (30 cm de profundidad), respectivamente. El consumo superficial mínimo se produce en el trabajo con atomizador (2,56 a 2,66 l/ha). Se hace notar que la velocidad seleccionada para el trabajo con atomizador es muy elevada dado que se pretendía poner al límite el sistema. La viabilidad real para trabajar con un atomizador a 9 km/h depende en primer lugar del caudal del ventilador que



Vista del JD 6530 en un momento de su labor con chisel.



Las condiciones del suelo dificultaron la labor con el JD 6530.



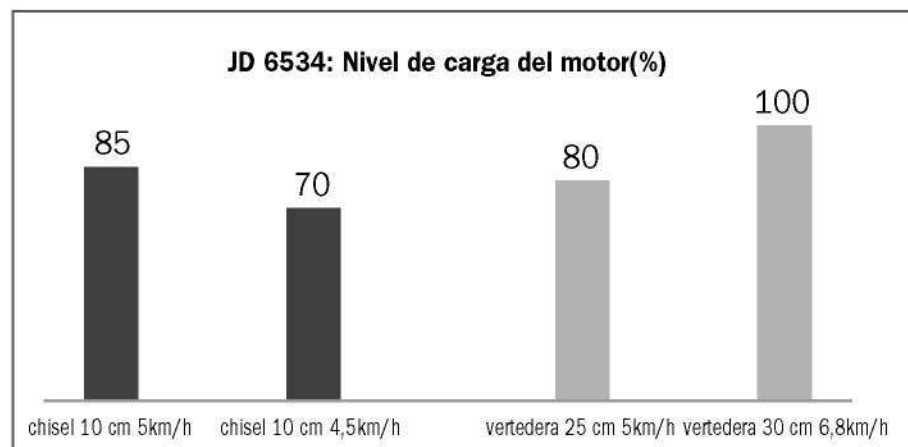
JD 6534 realizando la misma labor suavemente y sin dificultad.



Vista posterior del buen trabajo realizado con el JD 6534.

Figura 4

Nivel de carga del motor en el JD 6534 en los ensayos de laboreo.



debería ser capaz de sustituir todo el volumen de la copa de los árboles; téngase en cuenta que en olivar en secano con un marco de plantación cuadrado amplio 8-9 m, donde la copa no llega a cubrir completamente el suelo esto no resulta imposible. En este contexto la posibilidad de emplear un sistema de ultrasonidos, como el disponible en el Fede Selec olivo, que permite localizar el tratamiento exclusivamente en la zona de copa resulta de máximo interés.

Valor añadido del JD 6534 comparado con JD 6530

Se habrá apreciado que no hemos comentado los resultados de laboreo con el JD 6530 por la sencilla razón que no fue viable



Trabajo realizado por el JD 6534 con la vertedera Kverneland ES 85 de cuatro cuerpos.



Prueba de campo del JD 6534 pulverizando con el atomizador Fede Selec en un olivar.

realizar la labor con este último en las condiciones del suelo. Comenzando con el JD 6530 acoplado al chisel, se puso de manifiesto que el tractor a los pocos metros de avance comenzaba a resbalar hasta quedar totalmente atrapado en unas rodadas de hasta 35 cm de profundidad. Nuestra perplejidad fue máxima, por ello lo intentamos hasta en cuatro ocasiones en puntos distintos de la parcela (de ahí el recorrido tan singular que aparece en verde en la **figura 1**). En ese momento nos planteamos dos cuestiones: ¿acaso el suelo muestra pequeñas diferencias en las zonas de trabajo asignadas al JD 6530?

¿Podemos afirmar sin asomo de duda que los resultados son debidos a las diferencias entre tractores?

Contestar a estas dos preguntas se convirtió en un objetivo prioritario para nosotros. Por ello procedimos en primer lugar a tomar nuevas muestras de suelo en las zonas de atasco con el JD 6530 comprobándose posteriormente en laboratorio que el porcentaje de humedad en peso (13 al 17%) era superior a las zonas iniciales (10-12%). Además tomamos la decisión de volver a enganchar el chisel al JD 6534 y realizar el trabajo en la misma zona de atasco del JD 6530.

En un primer momento realizamos el trabajo en zonas adyacentes sin pasar por las rodadas del JD 6530, viendo que el JD 6534 sí podía realizar la labor con suavidad.

En un gesto de osadía por parte del personal se tomó la decisión de hacer pasar el JD 6534 por las mismas rodadas generadas por el JD 6530 al atascarse. Cuando el JD 6534 entró en las profundas rodadas mencionadas se observó como el tractor comenzaba a resbalar, sin asustarse se concedió un instante de gracia al tractor, sin pisar el embrague y sin elevar manualmente el apero, observamos como paulatinamente el control de tiro del hidráulico en el JD 6534 fue capaz de reaccionar elevando muy ligeramente el apero hasta que el tractor fue capaz por sí mismo de salir con suavidad del embrollo. Claramente el incremento de potencia unido a una mejor flotación y reparto de peso están conjuntamente en la base de la diferencia.

Pocas veces se tiene la ocasión de elegir la situación límite que defina la diferencia de capacidades entre dos tractores, pero éste ha sido el caso: el JD 6534 trabajó con eficacia y suavidad donde el JD 6530 tuvo dificultades. Ya de vuelta con el JD 6534, fuimos pasando por todas las rodadas fallidas del JD 6530, siempre sin incurrir en ningún tipo de problema y trabajando con suavidad; con la tranquilidad del que pisa un charco con unas buenas botas.

Conclusiones

El JD 6534 es un nuevo concepto de la línea JD 6030 con más potencia (125 CV) y menos cilindrada (4.530 cm³), con una mejor relación peso potencia que en versiones anteriores, dado que el peso del motor se reduce (4 cilindros en vez de 6) y la potencia aumenta, disponiendo además de una regulación del hidráulico suave y eficiente. Es capaz de reducir muy significativamente el consumo en transporte (entre un 7,1 y 18,7% en trayectos ascendentes y descendentes respectivamente).

No es, sin embargo, un tractor revolucionario en cuanto a equipamiento o especificaciones pero en determinadas ocasiones, el JD 6534 cabina representa la diferencia entre no poder trabajar en campo o hacerlo con eficacia y suavidad. Cualquier usuario se hubiera sentido orgulloso de su respuesta en campo. ●